

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-077371

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/304
B24B 37/00
// G01B 11/06

(21)Application number : 10-250071

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 03.09.1998

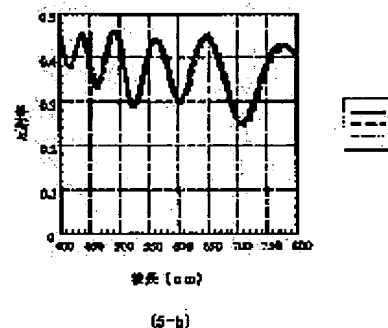
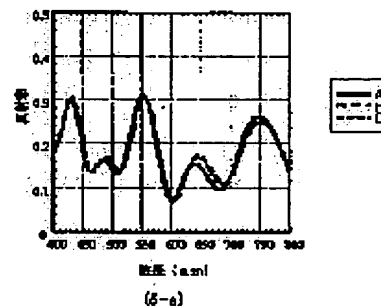
(72)Inventor : USHIO KAJIRO

(54) DETECTING METHOD, DETECTOR AND POLISHING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for easily and highly accurately detecting the film thickness and the process end point in any device pattern at through the process end point and the thickness of a removed film could not be detected in the past with sufficient accuracy with a device pattern present on the wafer surface, when optically detecting the thickness of a thin film to be removed from a semiconductor wafer.

SOLUTION: The difference between the maximum/relative maximum reflective rate and the minimum/relative minimum reflective rate of spectral waveforms of a reflected light and a transmitted light obtained by irradiating a probe light on a semiconductor wafer, or the ratio of the minimum/relative minimum value and the maximum/relative maximum value, is used to specify or search the measurement position of a semiconductor wafer surface. An accurate film thickness or process end point can be detected by monitoring at a specific position.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.01.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-77371

(P2000-77371A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード^{*} (参考)

H 0 1 L 21/304

6 2 2

H 0 1 L 21/304

6 2 2 S

2 F 0 6 5

B 2 4 B 37/00

B 2 4 B 37/00

K

3 C 0 5 8

// G 0 1 B 11/06

G 0 1 B 11/06

Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-250071

(22) 出願日

平成10年9月3日 (1998.9.3)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 潮 嘉次郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

Fターム(参考) 2F065 AA30 BB17 CC19 DD03 DD06

FF46 GG12 GG24 JJ01 JJ15

LL46 QQ24 QQ25 QQ29 QQ41

RR09

3C058 AA07 AC02 BA01 BA09 BB01

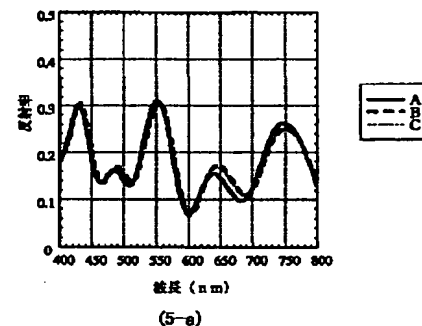
CB03 DA17

(54) 【発明の名称】 検出方法及び検出装置及び研磨装置

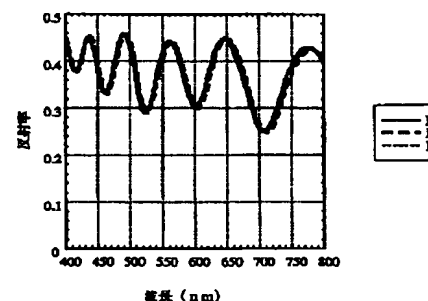
(57) 【要約】

【課題】 半導体ウェハ上の薄膜の除去工程において、その工程終了点または除去膜厚を光学的方式により検出する際、ウェハ面にデバイスパターンが存在する場合は十分な精度で検出することが出来なかった。この問題を解決しどのようなデバイスパターンでも検出精度が高く、簡便に膜厚または工程終了点を検出する方法を提供することである。

【解決手段】 プローブ光を半導体ウェハ上に照射して得られる反射光または透過光の分光波形の最大極大反射率と最小極小反射率との差または最小極小値または最小極小値と最大極大値との比を利用して、半導体ウェハ面の測定位置の特定または探索を行い、特定位置でモニターすることにより正確な膜厚または工程終了点の検出が可能となった。



(5-a)



(5-b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板表面の、薄膜の除去工程において、前記基板表面の一部または全部にプローブ光を照射して得られる反射光または透過光の信号波形により前記除去工程における膜厚または工程終了点の一方または両方を検出する方法であって、前記信号波形から求められたパラメータを利用して、前記基板表面の測定位置の特定を行う段階を有することを特徴とする検出方法。

【請求項2】前記パラメータが、前記信号波形の最大極大値と最小極小値との差であることを特徴とする請求項1記載の検出方法。

【請求項3】前記パラメータが、前記信号波形の最小極小値であることを特徴とする請求項1記載の検出方法。

【請求項4】前記パラメータが、前記信号波形の最小極小値と最大極大値との比であることを特徴とする請求項1記載の検出方法。

【請求項5】前記パラメータが、前記信号波形の平均値であることを特徴とする請求項1記載の検出方法。

【請求項6】更に前記特定された測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を有することを特徴とする請求項1～5何れか1項記載の検出方法。

【請求項7】前記測定位置の特定の後、所望の測定位置への測定点移動を行う段階を更に有することを特徴とする請求項1～5何れか1項記載の検出方法。

【請求項8】前記測定点移動が行われた所望の測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を有することを特徴とする請求項7記載の検出方法。

【請求項9】所望の測定位置からの信号を選別して取得し、前記選別された測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を更に有することを特徴とする請求項1～5何れか1項記載の検出方法。

【請求項10】前記基板表面が、半導体装置製造工程における半導体素子表面であり、前記薄膜が、絶縁層あるいは電極層であることを特徴とする請求項1～9何れか1項記載の検出方法。

【請求項11】請求項1～10記載の検出方法から選ばれた何れか一つの検出方法を用いることを特徴とする検出装置。

【請求項12】請求項11記載の検出装置と研磨パッドと被研磨部材を保持する研磨ヘッドとを具え、前記研磨パッドと前記被研磨部材との間に相対運動を与えることにより前記被研磨部材を研磨する研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、検出装置、特に半導体装置製造工程における、半導体素子表面の絶縁層あるいは電極層を除去するCMP工程の終点検出装置において用いられる検出方法、検査装置、等に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの高密度化は限界を見せず進展を続けており、高密度化するにつれ、多層配線と、それに伴う層間絶縁膜形成や、プラグ、ダマシンなどの電極形成の技術の重要度は大きく増加している。当然こうした層間絶縁膜や金属膜の厚みや形状（正しく埋め込まれているかどうかなど）のモニタは大きな課題となる。勿論、膜厚のモニタは薄膜形成やエッチングといった工程でも必要とされるが、最近特に問題視されているのは、平坦化プロセスにおける工程終了点の検知である。

【0003】リソグラフィの短波長化に付随した、露光時の焦点深度短縮を考慮すると、少なくとも露光エリア程度の範囲での層間層の平坦化の精度要求は大きい。また、金属電極層の埋め込みであるいわゆる象嵌（プラグ、ダマシン）では、積層後の余分な金属層の除去及び平坦化が要求される。成膜法などの改良により、局所的に層間層を平滑化する方法も多く提案、実行されているが、より大きなエリアでの効率的な平坦化技術としては、CMPと呼ばれる研磨工程がある。CMP（Chemical Mechanical Polishing またはPlanarization）は、物理的研磨に、化学的な作用（研磨剤溶液による溶かし出し）とを併用して、ウェハの表面凹凸を除いていく工程で、グローバル平坦化技術の有力な候補となっている。具体的には、酸、アルカリなどの被研磨部材の可溶性溶媒中に、研磨粒（シリカ、アルミナ、酸化セリウムなどが一般的）を分散させたスラリーと呼ばれる研磨剤を用い、適当な研磨布で、ウェハ表面を加圧し、相対運動により摩擦することにより研磨を進行させる。ウェハ全面において、加圧と相対運動速度を一樣とすることで面内に一樣な研磨が可能になる。

【0004】こうしたCMP工程においては、従来の成膜やエッチングほどプロセスの安定性、再現性が取りにくいので、できるだけフィードバックが迅速な層間層や金属層の膜厚の常時検出が、工程効率化のためにも要請されている。これらの評価には、一般的な膜厚測定装置を工程の検査に用いることが多い。工程後洗浄されたウェハの、微小なブランク部分（膜厚の2次元分布の無い場所）を測定場所として選択して種々の方式で測定している。

【0005】研磨平坦化工程において、よりフィードバックが早いモニタ方法としては、目的研磨層と異なった層へ研磨が進んだ場合の摩擦変動を、ウェハ回転やパッドの回転のモータトルクの変化によって検出する方法がある。また、研磨パッドに光路を設けたり、ウェハ裏面からの、ウェハ透過性の光（赤外光）を利用して、光学的な干渉によって研磨中の薄膜の膜厚を測定する方法も提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のCMP工程など

における層間膜や金属層などの厚みを迅速簡便にモニタし、または工程終了点を精度良くモニタする技術は、要請が高まっているにも関わらず、決定的といえる方式がない。前記の膜厚測定装置での測定は、現状で十分の精度が得られ、信頼性のあるデータは得られるものの、以下のような問題がある。

【0007】第一に、装置そのものが大がかりなものになる。第二に、CMP工程後洗浄したウェハを、十分安定に置かれた測定位置（ステージ保持など）に移送して、測定するため、測定値が得られるまでの所要時間が長く、工程へのフィードバックが遅くなる。第三に、大きな問題として、ウェハ測定の位置設定がある。パターンが存在するデバイスウェハにおいては、パターンの無い部分を探して膜厚を測定しなければならないが、一般にはパターンのない部分は面積的に非常に小さい上に、デバイスウェハによって位置が一定ではない。

【0008】パターンのない部分の面積が小さいと、測定範囲を小さくしなければならないが、これは装置的に容易でない。また、小さい測定範囲を高速に探索して高速に測定することも簡単ではない。このためにはパターンの画像を取り込んで認識、処理する複雑な機構を持つ必要があり、これはハード（撮像素子、精密位置合わせ機構など）、ソフト（画像処理ソフト）ともに、負荷が大きく高価なものになるからである。実現できても、画像処理、位置探索および位置ぎめの時間が測定時間を大きく増加させる。

【0009】モータートルクでCMPの工程終了点を検出する方式は、簡便で高速ではあるが、今のところはっきりと異なる層の研磨開始を検知する場合にのみ有効で、しかも精度の上で不十分である。高精度な膜厚または工程終了点の検出方法として光学的方式が知られている。この方式は、レーザなどをウェハ面に照射して反射、等によって得られるモニター光強度の時間変化を追跡することによって工程終了点を判定する。この方式により、デバイスパターンがないブランク膜測定についてはある程度の精度が得られるが、ウェハ面にデバイスパターン（下地パターン）が存在する場合は十分な精度で検出することが出来なかった。この問題はメモリー素子であるD-RAMなどよりも、ロジック素子やロジック、メモリーの混載の素子においてより甚だしかった。

【0010】更に、研磨中にはウェハは移動し、パターンの特定場所の信号を、パターンの他の場所の信号から分離することのみならず、パターンのない部分の信号からも分離することができないために、研磨しながらその場測定で工程の終了点を検出することができなかった。本発明の目的は、以上の問題を解決し、検出精度が高く、簡便な膜厚または工程終了点検出方法、更には検出装置、更には生産性の高い研磨装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】 発明者は、ウェハ面にデバイスパターンが存在する場合に光学測定で工程終了点が十分な精度で検出できない原因を探究した。その結果、ウェハ面にプロブ光を照射することによって得られるモニター信号は膜厚干渉成分にパターン干渉成分が重畳したものであり、パターン干渉成分の大きさはウェハのデバイスパターンが変化すれば変化する。つまり、多種多様なデバイスパターンに対応して、パターン干渉成分の大きさが変化するの、モニター信号にはデバイスパターン、即ちデバイスの種類に応じた不確実性がある。例えば、メモリー素子であるD-RAM、ロジック素子、ロジックとメモリーの混載の素子の間では、また、同じ種類のデバイスでも集積度の違いによりパターン干渉成分が大きく異なるための不確実性がある。

【0012】また、同じ集積度で同じ種類のデバイスでも測定する場所によってパターン干渉成分の大きさが異なるという不確実性がある。この不確実性は、メモリー素子であるD-RAMなどは周期構造の継続として、ほぼパターンは均一とみなして良いので、不確実性は小さいが、ロジック素子やロジック、メモリーの混載の素子においてはパターンが均一でなく、測定位置による問題が顕著になるため、不確実性は大きくなる。これらの不確実性が検出の大きな誤差原因であることを発見した。

【0013】発明者は、鋭意研究の結果、モニター信号（信号波形）から得られた適当なパラメータをもとにデバイスパターンの測定する場所を特定することによってこれらの誤差原因をなくするに至った。このため本発明では、第一に、「基板表面の、薄膜の除去工程において、前記基板表面の一部または全部にプロブ光を照射して得られる反射光または透過光の信号波形により前記除去工程における膜厚または工程終了点の一方または両方を検出する方法であって、前記信号波形から求められたパラメータを利用して、前記基板表面の測定位置の特定を行う段階を有することを特徴とする検出方法（請求項1）」を提供する。

【0014】また、第二に、「前記パラメータが、前記信号波形の最大極大値と最小極小値との差であることを特徴とする請求項1記載の検出方法（請求項2）」を提供する。また、第三に、「前記パラメータが、前記信号波形の最小極小値であることを特徴とする請求項1記載の検出方法（請求項3）」を提供する。

【0015】また、第四に、「前記パラメータが、前記信号波形の最小極小値と最大極大値との比であることを特徴とする請求項1記載の検出方法（請求項4）」を提供する。また、第五に、「前記パラメータが、前記信号波形の平均値であることを特徴とする請求項1記載の検出方法（請求項5）」を提供する。

【0016】また、第六に、「更に前記特定された測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を有することを特徴とする請求項1～5何れ

か 1 項記載の検出方法（請求項 6）」を提供する。また、第七に、「前記測定位置の特定の後、所望の測定位置への測定点移動を行う段階を更に有することを特徴とする請求項 1～5 何れか 1 項記載の検出方法（請求項 7）」を提供する。

【0017】また、第八に、「前記測定点移動が行われた所望の測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を有することを特徴とする請求項 7 記載の検出方法（請求項 8）」を提供する。また、第九に、「所望の測定位置からの信号を選別して取得し、前記選別された測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を更に有することを特徴とする請求項 1～5 何れか 1 項記載の検出方法（請求項 9）」を提供する。

【0018】また、第十に、「前記基板表面が、半導体装置製造工程における半導体素子表面であり、前記薄膜が、絶縁層あるいは電極層であることを特徴とする請求項 1～9 何れか 1 項記載の検出方法（請求項 10）」を提供する。また、第十一に、「請求項 1～10 記載の検出方法から選ばれた何れか一つの検出方法を用いることを特徴とする検出装置（請求項 11）」を提供する。

【0019】また、第十二に、「請求項 11 記載の検出装置と研磨パッドと被研磨部材を保持する研磨ヘッドとを具え、前記研磨パッドと前記被研磨部材との間に相対運動を与えることにより前記被研磨部材を研磨する研磨装置（請求項 12）」を提供する。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を以下に説明するが、本発明はこの例に限定されるものではない。図 3 は本発明の実施の形態を説明する全体図であり、膜厚または工程の終了点の検出装置を具えた研磨装置を示す。1 は研磨ヘッド、2 は基板としてのウェハ、3 は研磨パッド、4 は研磨定盤、5 は透光窓、6 は光照射受光部、7 は照射光及び反射光、17 は信号処理部、18 は表示部である。

【0021】本研磨装置は以下のように動作する。ウェハ 2 は研磨ヘッド 1 に保持され、研磨パッド 3 は研磨定盤 4 に保持され、ウェハ 2 は研磨パッド 3 面に加圧 20 されている。研磨剤供給機構 104 から研磨剤 105 を研磨パッド 3 とウェハ 2 間に供給しつつ、ウェハ 2 の回転運動 30 と研磨パッド 3 の回転運動 40 とによってウェハ 2 と研磨パッド 3 との間に相対運動を与えることによりウェハ 2 面の研磨が行われる。研磨を行いながら膜厚または工程終了点を検出するために透光窓に照射光及び反射光 7 を通過させ、反射光は光照射受光部 6 で受光されたあと、信号処理部 17 で信号処理され、膜厚情報のモニターが行われる。

【0022】本発明においては、光学的モニターのため、照射光（プローブ光）として、連続的に複数の波長成分を有する多成分波長光、具体的には、白色光（ある

いはそれを分光した成分）を用い、これをウェハ 2 面に照射し、これの反射光の分光波形の信号を信号処理することにより膜厚または工程の終了点検出を行う。勿論ウェハ裏面からの照射を行う方式（この場合透過光を検出することもあり得る。）でもよいが、その場合は赤外域での多成分波長光源が必要になる。

【0023】また、照射光のスポット径はデバイスパターンの最小単位に比較して大きくし、数周期分以上が照射されるようにした。ここでデバイスパターンの測定位置を特定する原理を詳しく説明する。デバイスパターンは、光学的には二次元的に分布した積層薄膜パターンと見做され、その反射光は図 6 で模式的に示すように各パターンの、積層薄膜の各層からの光波の重ね合わせとみることができ、その分光波形は、複雑な干渉効果のため、例え最上層の膜厚が同じであってもブランク膜とは大きく異なったものになる。このような分光波形から、測定したい膜厚の値を直接に計算することは、一般的には容易ではない。しかし、あらかじめ、所定の膜厚になったデバイスパターンからの分光反射率を計算し、これと、実測反射率値との比較を行うことにより、膜厚を算出したり、実測反射率値と計算反射率値が一致したことを以て工程の終了点とすることは可能である。

【0024】また、各種工程で使用される、ダミーのウェハなどにより、望ましいサンプルの分光反射率の実測値を得ることができる場合は、この実測波形をレファレンス（目標値）として、終了点をモニタすることがより実際的で簡便である。パターンが形成されたウェハの測定を行う際に、パターンが一次元または二次元の周期パターンであり、照射エリアがパターンの一周周期分のエリアよりも十分に広く、且つパターンがウェハ全面にわたって均一に分布している場合（D-RAM のパターンなどがこれにあたる。）は、平均情報として、場所によらない安定で再現性のある信号が得られることが確認されている。この場合は、ウェハを工程後に測定するいわゆる in-line 測定においても、工程中に測定する in-situ 測定においても、測定位置（照射位置）に留意する必要なく、分光波形から、膜厚を算出したり、工程の終了点を知ることが可能である。しかるに、パターンの分布が不均一な CPU、ASIC などのものでは、照射位置によって分光波形が大きく異なり、照射位置による再現性がとれなくなるのは前に述べたところである。

【0025】CPU、ASIC などのデバイスにおいては多くの場合、不均一なパターンとはいえ、いくつかの機能的に分離されたブロックに分割することができる。実際に、発明者は、種々のデバイスにおいて、各ブロック内での信号の再現性は良好であること、ブロック間においては、分光波形が大きく異なることを確認した。このような信号変動が起こるのは次のような事情によると考えられる。即ち、あるブロックにおいて、その中のデバイス配線パターンは通常規則的であり、また、必ずし

も規則的でない場合でも、そのパターンの精細度（平均的ピッチ）は同程度であるということである。このことはデバイス作製工程の効率上からも妥当なことである。

【0026】発明者は、パターンからの信号波形（分光反射率、または分光波形）を解析し、これらの波形の形状が、デバイスパターンの精細度に大きく依存することに気づいた。逆に言えば、精細度が同じ程度であれば、ほぼ同じ分光波形になるということである。垂直光入射による測定においては、この他に、膜厚、パターン密度も当然波形に影響する。ここでパターン密度は、全体の面積に占める、その層での凸部の面積の比率である。また凸部は一般にメタル層上の誘電体膜（透明膜）である。ただ、膜厚については工程上、ウェハ全面でほぼ同じであり、パターン密度についても通常のデバイスにおいては、一定の範囲内（30～50%）にあるため、これらの、分光波形の場所依存に及ぼす影響は実はそれほど大きなものではないことを発明者は観察した。波形全体に及ぼす影響として、パターン密度よりも精細度が大きいことは、あるデバイスパターンにおいて、メモリセル部分などの細かい部分（図1-a）と、配線部などのパターンピッチの粗い部分（図1-b）で、膜厚、パターン密度はほぼ同程度であるにもかかわらず、明らかな波形差が認められたことから判った。波形の形状が、デバイスパターンの精細度に大きく依る原因としては、反射光の干渉現象の違いによるものと推定される。図6に例示的に示すように、デバイスパターンである積層薄膜パターンからの反射光においては、膜厚による干渉現象（振幅分割の干渉）とともに、パターン間の干渉（波面分割の干渉）が加わる。このパターンによる干渉は、照射光学系の（空間）コヒーレンス長さ内のみのパターン同士での現象であるため、パターン幅がコヒーレンス長さより大きい場合は、起こらない。パターン幅が大きい、即ち粗いパターンでは、各部からの光強度の単なる足し合わせによって分光波形が決定される。この推定は振幅分割の干渉と波面分割の干渉とコヒーレンス長、等のモデル化によるシミュレーション計算結果と、上記の実測データなどを比較することによって妥当性が確かめられた。

【0027】本発明においては、このような現象を利用し、デバイスパターンを有するウェハから得られた分光波形によって照射位置を知り、測定の再現性をとることを目的とする。即ち、分光波形によって照射光がデバイスパターン上に照射されているのかどうか、照射されているならばその照射位置がデバイスパターン上のどの部分（例えば、図2のA、B、C、D、E、F）であるかを判断し、照射位置を特定し、膜厚の算出（モデル計算）の方法を照射位置に応じて変更する。また、工程終了点の目標波形も、照射位置に応じて選択される。このようにして、照射光が研磨中にどの位置を照射している場合でも、膜厚や工程終了点の検出を行い、プロセスを

制御することが可能になる。

【0028】以上の方法は、照射光が照射される位置を分光波形から特定し、デバイスパターン上の各位置に対応して複数の計算方法や目標波形の準備をすることによって検出を行うが、照射位置を変えられる機構を持った装置の場合は、取得した分光波形を時系列で解析することによって所望の位置への光照射を行うことも可能である。

【0029】また、研磨工程を行いながら測定を行う、in-situ 測定の場合、本方式では、照射位置の制御ができず、いろいろな位置からのデータが連続で取得される。この場合でも、分光波形によって、照射位置を判断特定し、照射位置に応じてデータの処理を行うことによりプロセス制御が可能になる。常に同じ位置（例えば、図2のA、B、C、D、E、Fの何れか）からのデータのみを選別して処理したり、様々な位置（例えば、図2のA、B、C、D、E、F）からのデータを各位置毎に振り分けて個々の位置で処理したりすることである。

【0030】具体的に分光波形から照射位置を判断特定するのに好ましいパラメータを以下に挙げる。

1. 最大極大値と最小極小値との差
2. 最小極小値と最大極大値との比
3. 最小極小値

以上のパラメータの中から選ばれた何れか一つ以上を用い、分光波形から信号処理により得られた何れかのパラメータに対する値を、異なるパターン位置に対してシミュレーション計算または測定から求められ事前に記憶された値と比較することにより照射位置を判断特定する。

【0031】以上、本発明を誘電体膜（層間絶縁膜）について説明したが、金属膜の測定位置判断においても本発明は適用可能である。即ち、一般に、電極層埋め込み（象嵌）の、形成する際に、全面に積層された金属をエッチングや研磨で除去していく場合、工程終了時は金属層のある部分とない部分が出現する。反射光の分光波形は、金属膜においては通常滑らかなものである。金属膜がなくなり、パターンが出現すると、下地誘電体層の影響を受け、分光波形は大きく変化する。この変動を観察することにより、各パターンの金属膜に対する測定位置の判断に有効である。

【0032】分光波形から照射位置を判断特定ができれば、次に分光波形から適当なパラメータを信号処理で求めて、これを用い、工程終了点のモニターを行うが、これらのパラメータとして次のパラメータから選ばれた何れか一つ以上を用いるのが好ましい。

1. 極大値、または極小値、または（極大値－極小値）、または（極小値／極大値）から選ばれた一つ以上
2. 最大極大値、または最小極小値、または（最大極大値－最小極小値）、または（最大極小値／最大極大値）から選ばれた一つ以上
3. 分散

4. 適当なフーリエ変換の成分

5. 分光波形と予め記憶されたシミュレーション計算によって得られた分光波形との相互相関関数

研摩終了点の検出に用いるパラメータは測定位置の判断特定に用いたパラメータと共通でも良いし、異なっても良い。

【0033】また、本実施の形態では除去工程に用いる装置を図3の研摩装置としたが、他にイオンエッチング、等による除去工程にも本発明が使えることは言うまでもない。以上の方法による判断はいずれも一般的な、パターンを撮像して取り込んだ画像を画像処理することによる位置判断方法よりも遥かに高速でできるものであり、機構も遥かに簡単になる。

【0034】

【実施例】【実施例1】実際に6インチウェハ上の撮像素子の層間絶縁膜 SiO_2 を図3に示す研摩装置によって研摩し、その研摩終了点検出を試みた。研摩した撮像素子は、図2に示したようなブロック構造を持ち、A、B、Cの各位置は、素子および容量などの精細度の高い部分であって、D、E、Fの各位置は、配線などの精細度の低い部分である。光照射は、図3のように、下面の研摩パッド3（エポキシ系研摩布）および、その研摩定盤4に約2cmφの円形孔を開け、研摩パッド3面と同一面に、石英を具えた透光窓5を設けた構成で行うこととした。光照射受光部は、図4に示されるようにキセノンランプをウェハ2面に垂直入射させ、その反射光をピンホール15通過後（散乱光、回折光を除去し）、回折格子13で波長分解し、異なった方向に異なった波長の光が向かうようにして、光ダイオード型のリニアセンサ（512素子）14で検出する。測定波長範囲は約400nmから800nm、照射スポット系は約2mmφである。センサからの出力は信号処理部17に送られ処理される。信号処理部17には予め本撮像素子のパターンに対して測定された分光波形から得られた参照情報が記憶されており、信号処理の参照値として用いられる。

【0035】研摩剤（スラリー）は、シリカ粒をアルカリ溶媒に分散させたものを用い、約100g/cm²の研摩圧で研摩を行った。スラリー介在による光量への影響（主に散乱損失）は1%以下であった。以上の装置で、先ず製品のウェハ（撮像素子）と同じ形状のウェハサンプルに対して予備測定を行なった。最表面に、約1000nmのCVD成膜した絶縁膜 SiO_2 を研摩し、約500nmの厚みで研摩終了させる研摩を行い、得られた分光波形を観察したところ、A、B、Cの各部分に照射された場合は、図5-aのような形状となり、D、E、Fの各部分からの信号は図5-bのような形となり、各位置（ブロック）の精細度を反映したものとなった。波形の類似性から、A、B、Cの部分をブロック1とし、D、E、Fの部分をブロック2と分別することとし、このウェハサンプルに対して研摩膜厚零から所定研

摩膜厚まで、所定の研摩膜厚毎に研摩を行った後測定を行い、最大極大値と最小極小値の差をブロック1とブロック2に対して求めたところ、これらの値はブロック1とブロック2との間で大きな差があったが、研摩膜厚毎には大きな差がなかったので、ブロック1に対する値とブロック2に対する値との間にブロック判別のための適当な一定値を定め、参照情報として記憶した。参照情報としてはこの他にブロック1に対する最大極大値と最小極小値の差から得られた、膜厚または研摩終了点判断情報も記憶した。

【0036】製品のウェハとしては予備測定に用いたものと同じ形状の撮像素子を選び、その最表面に、約1000nmのCVD成膜した絶縁膜 SiO_2 を研摩した。研摩中の分光波形の最大極大値と最小極小値との差をとり、参照情報として記憶されている一定値以上であればブロック1、それ以外ではブロック2と判断特定した。

【0037】研摩終了点検出用パラメータとして最大極大値と最小極小値との差を用い、モニターは、ブロック1に対してのみ行い、ブロック2に対しては行わなかった。研摩の進行の間、最大極大値と最小極小値との差は変化し、この値を、膜厚または研摩終了点判断情報と比較することにより研摩終了を判断し、研摩を終了した。

【0038】研摩終了した製品のウェハを何枚か実際に観察すると、表面は平坦化され、約500nmの目標研摩厚に対して約3%の誤差で研摩がなされていることが確認できた。

【実施例2】研摩終了点のモニター用のパラメータとして、最大極大値と最小極小値の差ではなく相互相関係数を使う以外は実施例1と同様な装置、方法で測定を行った。

【0039】このため、膜厚または研摩終了点判断情報として、研摩終了点に対するブロック1の分光波形を参照情報として記憶した。ブロック1とブロック2との判別特定は実施例1と同様に行った。研摩終了点のモニターは、実施例1と同様にブロック1に対してのみ行い、ブロック2に対しては行わなかった。研摩の進行の間、測定された分光波形値と参照情報として記憶された研摩終了点に対する分光波形との相互相関係数を演算し、この相関係数が急増する時点を研摩を終了した。

【0040】研摩終了した製品のウェハを何枚か実際に観察すると、表面は平坦化され、約500nmの目標研摩厚に対して約3%の誤差で研摩がなされていることが確認できた。

【実施例3】分光波形の極小値を測定位置判断用のパラメータとし、これが一定値以下になった場合をブロック1、それ以上の場合をブロック2と決定する以外は実施例1と同様な装置、方法で測定を行った。

【0041】研摩の進行の間、最大極大値と最小極小値との差は変化し、この値を、膜厚または研摩終了点判断情報と比較することにより研摩終了を判断し、研摩を終

了した。研磨終了した製品のウェハを何枚か実際に観察すると、表面は平坦化され、約500nmの目標研磨厚に対して約3%の誤差で研磨がなされていることが確認できた。

【実施例4】実施例1の測定と、同様の機構及び位置検知の方法（最大極大値と最小極小値との差による判断）によって、金属層（アルミニウム層）をCMPによって研磨し、プラグ形成する工程のモニタを行った。研磨開始時は、被研磨面全面を金属層が覆った形であり、反射光を観察すると、概ね平坦な分光波形が得られる。研磨が進行し、絶縁層が露出するにつれ、干渉効果によって分光波形には極大、極小値が出現する。この極大値の最大のものと極小値の最小のものとの差を予めテストウェハで測定して参照情報として記憶された一定値と比較することによってブロック1であるかブロック2であるかを判断特定した。

【0042】研磨終了点検出用パラメータとして最大極大値と最小極小値との差を用い、モニターは、ブロック1に対してのみ行い、このパラメータを記憶された目標波形の最大極大値と最小極小値との差と比較することにより、効率よく工程終了点を検出できた。

【0043】

【発明の効果】以上の通り、本発明に従えば、デバイスウェハの膜厚計測にあたって、簡便高速に、計測位置の特定ができるため、計測の再現性が実現され、研磨膜厚及び工程終了点の検出が高精度に高速にでき、工程制御が迅速に効率的に行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】は、同一のデバイスパターンに対する分光波形であるが、位置（ブロック）の違いによる分光波形の比較である。aが、精細度の細かい部分、bが精細度の粗い部分の分光波形である。

【図2】は、実施例におけるデバイスパターンの模式図である。

【図3】は、本発明の実施の形態、実施例を説明する全体図であり、膜厚または工程の終了点の検出装置を具えた研磨装置を示す。

【図4】は、実施例における測定光学系の概要図である。

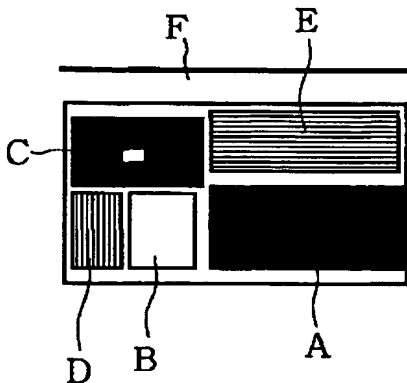
【図5】は、実施例におけるデバイスの各位置での分光波形を示す。5-aはブロック1の群、5-bはブロック2の群の分光波形を示す。

【図6】は、積層薄膜パターンの各部からの光波の重ね合わせの模式図を示す。

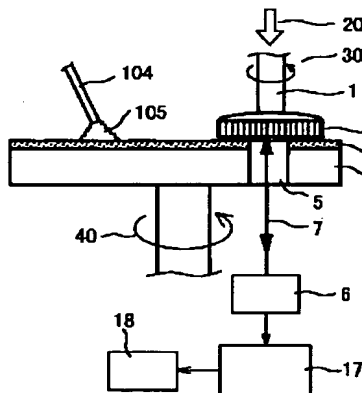
【符号の説明】

- 1 研磨ヘッド
- 2 ウェハ
- 3 研磨パッド
- 4 研磨定盤
- 5 透光窓
- 6 光照射受光部
- 7 照射光及び反射光
- 8 検知処理用パーソナルコンピュータ
- 9 照射光源（キセノンランプ）
- 10 スリット（照射面積を規定）
- 11 レンズ
- 12 ビームスプリッター
- 13 回折格子
- 14 リニアセンサ
- 15 ピンホール
- 16 ミラー
- 17 信号処理部
- 18 表示部

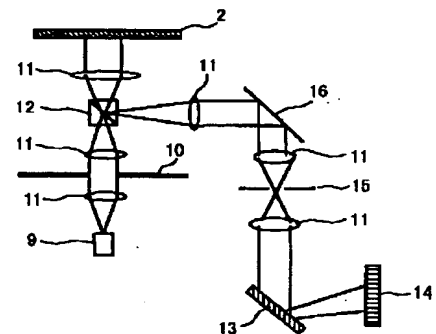
【図2】



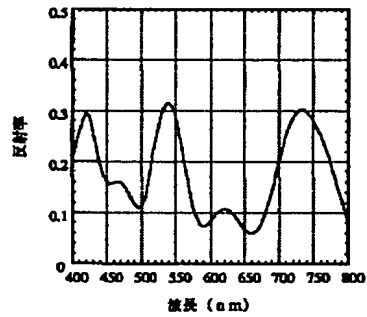
【図3】



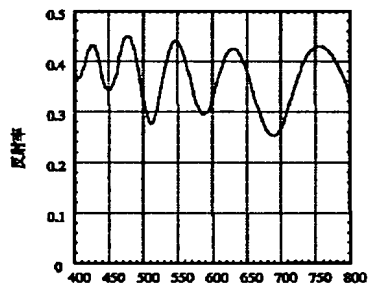
【図4】



【図 1】



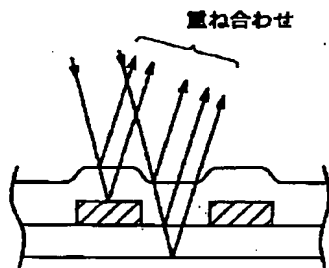
(1-a)



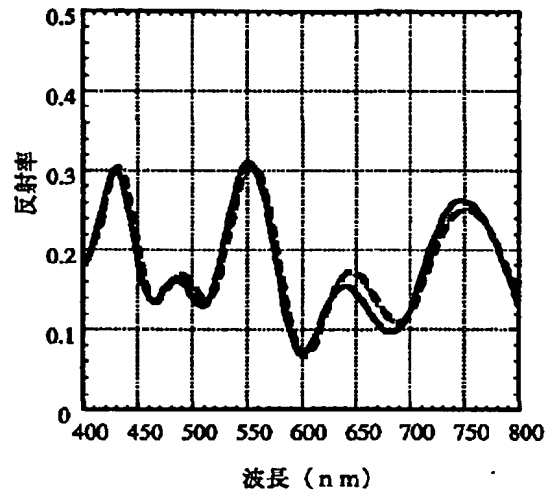
波長 (nm)

(1-b)

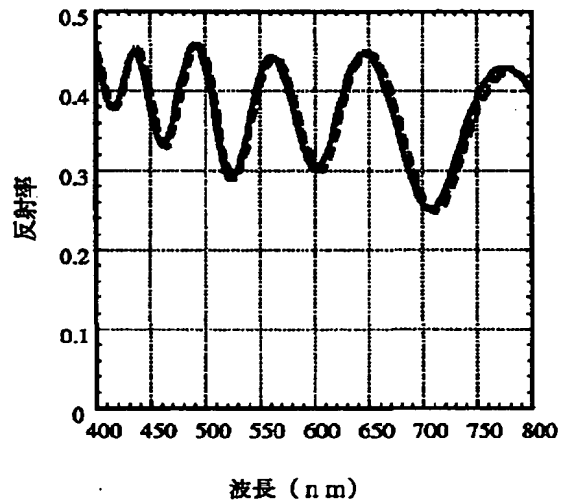
【図 6】



【図 5】



(5-a)



(5-b)

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 13 年 4 月 20 日 (2001. 4. 20)

【公開番号】特開 2000-77371 (P2000-77371A)

【公開日】平成 12 年 3 月 14 日 (2000. 3. 14)

【年通号数】公開特許公報 12-774

【出願番号】特願平 10-250071

【国際特許分類第 7 版】

H01L 21/304 622

B24B 37/00

// G01B 11/06

【F I】

H01L 21/304 622 S

B24B 37/00 K

G01B 11/06 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 1 月 24 日 (2000. 1. 24)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 検出方法及び検出装置及び研磨装置及び研磨方法

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板表面の、薄膜の除去工程において、前記基板表面の一部または全部にプローブ光を照射して得られる反射光または透過光の信号波形により前記除去工程における膜厚または工程終了点の一方または両方を検出する方法であって、前記信号波形から求められたパラメータを利用して、前記基板表面の測定位置の特定を行う段階を有することを特徴とする検出方法。

【請求項 2】前記パラメータが、前記信号波形の最大極大値と最小極小値との差であることを特徴とする請求項 1 記載の検出方法。

【請求項 3】前記パラメータが、前記信号波形の最小極小値であることを特徴とする請求項 1 記載の検出方法。

【請求項 4】前記パラメータが、前記信号波形の最小極小値と最大極大値との比であることを特徴とする請求項 1 記載の検出方法。

【請求項 5】前記パラメータが、前記信号波形の平均値であることを特徴とする請求項 1 記載の検出方法。

【請求項 6】更に前記特定された測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を有することを特徴とする請求項 1～5 何れか 1 項記載の検出方法。

【請求項 7】前記測定位置の特定の後、所望の測定位置への測定点移動を行う段階を更に有することを特徴とする請求項 1～5 何れか 1 項記載の検出方法。

【請求項 8】前記測定点移動が行われた所望の測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を有することを特徴とする請求項 7 記載の検出方法。

【請求項 9】所望の測定位置からの信号を選別して取得し、前記選別された測定位置に応じた参照値を用い膜厚算出及び工程終了点を決定する段階を更に有することを特徴とする請求項 1～5 何れか 1 項記載の検出方法。

【請求項 10】前記基板表面が、半導体装置製造工程における半導体素子表面であり、前記薄膜が、絶縁層あるいは電極層であることを特徴とする請求項 1～9 何れか 1 項記載の検出方法。

【請求項 11】請求項 1～10 記載の検出方法から選ばれた何れか一つの検出方法を用いることを特徴とする検出装置。

【請求項 12】請求項 11 記載の検出装置と研磨パッドと被研磨部材を保持する研磨ヘッドとを具え、前記研磨パッドと前記被研磨部材との間に相対運動を与えることにより前記被研磨部材を研磨する研磨装置。

【請求項 13】研磨ヘッドに保持された基板と研磨定盤に固定された研磨パッドとの間に研磨剤を供給しつつ、前記基板と前記研磨パッドとの間に相対運動を与えることにより前記基板表面の薄膜を研磨により除去し、且つ除去する際に、前記基板表面の一部または全部にプローブ光を照射して得られる反射光または透過光の信号波形

により前記薄膜の膜厚または研磨の工程終了点の一方または両方を検出する段階を具える研磨方法であって、前記検出する段階が、前記信号波形から求められたパラメータを利用して、前記基板表面の測定位置の特定を行う段階を更に具えることを特徴とする研磨方法。

【請求項 14】前記基板が、半導体素子が形成されたウェハであることを特徴とする請求項 13 記載の研磨方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、検出装置、特に半導体装置製造工程における、半導体素子表面の絶縁層あるいは電極層を除去する CMP 工程の終点検出装置において用いられる検出方法、検出装置、研磨装置、及び研磨方法に関する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】また、第十二に、「請求項 11 記載の検出装置と研磨パッドと被研磨部材を保持する研磨ヘッドとを具え、前記研磨パッドと前記被研磨部材との間に相対運動を与えることにより前記被研磨部材を研磨する研磨装置（請求項 12）」を提供する。また、第十三に、「研磨ヘッドに保持された基板と研磨定盤に固定された研磨パッドとの間に研磨剤を供給しつつ、前記基板と前記研磨パッドとの間に相対運動を与えることにより前記基板表面の薄膜を研磨により除去し、且つ除去する際に、前記基板表面の一部または全部にプローブ光を照射して得られる反射光または透過光の信号波形により前記薄膜の膜厚または研磨の工程終了点の一方または両方を検出する段階を具える研磨方法であって、前記検出する段階が、前記信号波形から求められたパラメータを利用して、前記基板表面の測定位置の特定を行う段階を更に具えることを特徴とする研磨方法（請求項 13）」を提供する。また、第十四に、「前記基板が、半導体素子が形成されたウェハであることを特徴とする請求項 13 記載の研磨方法（請求項 14）」を提供する。